

(51) Int.Cl.⁷

G 1 1 B 7/135

識別記号

F I

G 1 1 B 7/135

データベース* (参考)

A 5 D 1 1 9

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平11-123287

(22) 出願日 平成11年4月30日 (1999.4.30)

(31) 優先権主張番号 特願平10-124932

(32) 優先日 平成10年5月7日 (1998.5.7)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平11-111213

(32) 優先日 平成11年4月19日 (1999.4.19)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 秋山 洋

東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式会社リコー内

(74) 代理人 100067873

弁理士 樺山 亨 (外1名)

Fターム(参考) 5D119 AA41 AA43 BA01 BB02 BB03

DA01 DA05 DA07 EB03 EC45

EC47 FA05 FA08 JA02 JA08

JA15 JA25 JA32 JA43

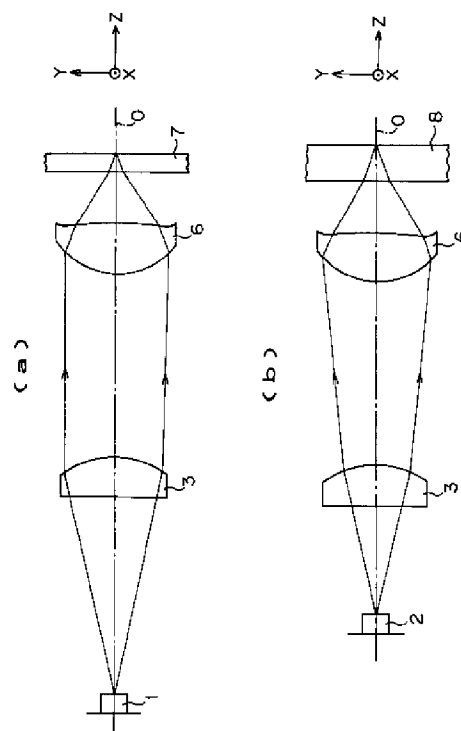
(54) 【発明の名称】 光ピックアップ装置

(57) 【要約】

【課題】本発明は、発散光学系でも半導体レーザー光源からの出射光の楕円形状のファーストフィールドパターン

(F F P) を円形に近づけるビーム整形効果を持ったカップリングレンズを用い、光源のパワー不足やF F Pの非対称性を補正した、2基板厚対応の光ピックアップ装置を提供することを課題とする。

【解決手段】本発明は、半導体レーザー等からなる光源(1または2)とカップリングレンズ3と対物レンズ6とを有し、光記録媒体(7または8)に対して情報の記録もしくは再生あるいは消去を行う光ピックアップ装置であり、上記カップリングレンズ3として、発散光もしくは収束光に対し、光軸に垂直な面内の直交する2方向の焦点距離が異なるレンズ(ビーム形状変換レンズ等)を用いる構成とした。これにより、発散光束または収束光束に対しF F Pの変形を行うことができ、光源のパワー不足やF F Pの非対称性を補正することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】光源とカップリングレンズと対物レンズとを有し、光記録媒体に対して情報の記録もしくは再生あるいは消去を行う光ピックアップ装置において、上記カップリングレンズとして、発散光もしくは収束光に対し、光軸に垂直な面内の直交する2方向の焦点距離が異なるレンズを用いることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項2】基板厚 t_1 の第1の光記録媒体と、該第1の光記録媒体とは異なる基板厚 t_2 ($t_1 < t_2$)の第2の光記録媒体に対して、情報の記録もしくは再生あるいは消去を行う光ピックアップ装置において、基板厚 t_1 の第1の光記録媒体に対して情報の記録もしくは再生あるいは消去を行うための波長 λ_1 の第1の光源と、

基板厚 t_2 の第2の光記録媒体に対して情報の記録もしくは再生あるいは消去を行うための波長 λ_2 の第2の光源と、

上記第1の光源あるいは第2の光源からの波長 λ_1 あるいは波長 λ_2 の光束を第1の光記録媒体あるいは第2の光記録媒体の記録面に集光する1つの対物レンズとを用い、

少なくとも上記第2の光源からの光束をカップリングするカップリングレンズを有し、

上記カップリングレンズとして、発散光もしくは収束光に対し、光軸に垂直な面内の直交する2方向の焦点距離が異なるレンズを用いることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項3】基板厚 t_1 の第1の光記録媒体と、該第1の光記録媒体とは異なる基板厚 t_2 ($t_1 < t_2$)の第2の光記録媒体に対して、情報の記録もしくは再生あるいは消去を行う光ピックアップ装置において、

基板厚 t_1 の第1の光記録媒体に対して情報の記録もしくは再生あるいは消去を行うための波長 λ_1 の第1の光源と、上記第1の光記録媒体からの反射光束を検出する第1の光検出手段と、上記第1の光源から射出する光束の光路と上記第1の光検出手段へ向かう反射光束の光路とを分離する第1の光路分離手段とを、単一のユニットとして一体化した第1の光源・受光部ユニットと、

基板厚 t_2 の第2の光記録媒体に対して情報の記録もしくは再生あるいは消去を行うための波長 λ_2 の第2の光源と、上記第2の光記録媒体からの反射光を受光する第2の光検出手段と、上記第2の光源から射出する光束の光路と上記第2の光検出手段へ向かう反射光束の光路とを分離する第2の光路分離手段とを、単一のユニットとして一体化した第2の光源・受光部ユニットと、

上記第1の光源あるいは第2の光源からの波長 λ_1 あるいは波長 λ_2 の光束を第1の光記録媒体あるいは第2の光記録媒体の記録面に集光する、少なくとも第1の光記録媒体に対して波長 λ_1 においてその光学特性が最適化

されている1つの対物レンズと、

少なくとも上記第2の光源からの光束をカップリングするカップリングレンズとを有し、

上記カップリングレンズとして、発散光もしくは収束光に対し、光軸に垂直な面内の直交する2方向の焦点距離が異なるレンズを用いることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項4】請求項1または2または3に記載の光ピックアップ装置において、カップリングレンズは、両面が非球面であることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項5】請求項2または3または4に記載の光ピックアップ装置において、カップリングレンズの単体としての性能が画角に略比例する波面収差を持つことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項6】請求項2～5のいずれかに記載の光ピックアップ装置において、第1の光記録媒体の基板厚は $t_1 = 0.6$ (mm)、第2の光記録媒体の基板厚は $t_2 = 1.2$ (mm)であることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項7】請求項2～6のいずれかに記載の光ピックアップ装置において、基板厚 t_2 の第2の光記録媒体に対する光学系の倍率が0.2以上であることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項8】請求項3に記載の光ピックアップ装置において、第1の光路分離手段が、波長 λ_1 の光束の偏光状態を利用して、第1の光源から射出する光束の光路と第1の光検出手段へ向かう反射光束の光路とを分離するものであり、第2の光路分離手段が、波長 λ_2 の光束の偏光状態を利用して、第2の光源から射出する光束の光路と第2の光検出手段へ向かう反射光束の光路とを分離するものであることを特徴とする光ピックアップ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は光ディスクドライブ等の光情報記録再生装置に用いられる光ピックアップ装置に関するものであり、より詳しくは、発散系に対するビーム整形機能を備えた光ピックアップ装置、さらには、基板厚さが異なる少なくとも2種の光記録媒体に情報の記録もしくは再生あるいは消去を行い得る光ピックアップ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】コンパクトディスク（以下、CDと記す）等の光ディスクを音楽や文字、画像等の種々の情報の記録媒体として用いた光情報記録再生装置が知られている。図6に光情報記録再生装置に用いられる一般的な光ピックアップ装置の構成例を示す。図6において、半導体レーザー101から出射した直線偏光の光は、カップリングレンズ102で略平行光とされ、偏光ビームスプリッタ103を通過し $\lambda/4$ 板104を通過し、円偏光とされ、偏向プリズム105で光路を90度偏向さ

れ、対物レンズ106に入射し、光記録媒体である光ディスク107上に微小な光スポットとして集光される。そして上記光スポットにより、情報の再生、記録あるいは消去が行われる。

【0003】光ディスク107から反射した光束は往路とは反対回りの円偏向となり、対物レンズ106により再び略平行光とされ、偏向プリズム105で偏向され、 $\lambda/4$ 板104を通過し、往路と直交した直線偏向とされ、偏光ビームスプリッタ103を反射し、集光レンズ108で収束光とされ、光検出手段である受光素子109に至る。そして受光素子109からは、情報信号や、フォーカス制御、トラッキング制御用のサーボ信号が検出される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】近年、光ディスクでは、大容量化への要望が強く、それに伴い光源の短波長化が進められている。一般に、光ディスクのディスク面に集光される光スポットのスポット径は光源波長 λ に比例し、容量は波長の二乗に反比例して拡大する。しかし、従来の光ディスクの中には、波長依存性の強い光ディスクもあり（例えば、光ディスクの反射率、記録パワーに強い波長依存性があるなど）、短波長の光源では、従来の光ディスクが再生あるいは記録できないという問題がある。それ故に、大容量化かつ従来の光ディスクとの互換性を実現するには、短波長の光源と、それとは異なる波長の光源の2種類の光源を持つ必要がある。具体的な事例としては、大容量の光ディスクであるデジタルバーサタイルディスク（以下、DVDと記す）と、追記型CDであるCD-Rとの互換性を実現するには、DVD対応の波長650nmと、CD-R対応の波長785nmの2つの光源が必要となる。

【0005】さらに、光ディスクに記録を行うためには、再生に対して10倍以上の光源出力が必要となる。また、高速書き込みを行うほど記録パワーが必要となり、例えばCD-Rでは記録速度が2倍になれば、記録パワーは $\sqrt{2}$ 倍必要と言われている。したがって、半導体レーザー（LD）からの出射光（ガウス強度分布）の強度の低いところ（例えば中心強度に対し0.1倍の強度のところ）までカップリングしなければならない。また、LDの強度分布（ファーフールドパターン：FFP）は楕円なので、その長軸方向と短軸方向とでは対物レンズの縁における光強度（Rim強度）が大きく異なってくる。つまり、強度の低いところまでカップリングすると、集光スポットがより楕円化し、記録再生能力が同じパワーの円形スポットに比べて劣ってくる。

【0006】この課題を解決する最も簡単な方法は、DVD用とCD-R用の光源波長の異なる2つの光ピックアップ装置を同一のドライブ装置内に搭載して、光ディスクの種類に応じて光ピックアップ装置を選択して使用するようにし、プリズム等でビーム整形をすればよい

が、これでは装置が大型化し、またコストも高くなる。光ピックアップ装置の小型・低コスト化を考えると、2波長の光を1つのカップリングレンズでカップリングし、1つの対物レンズで基板厚の異なる2種類の光ディスクに異なる開口数（NA）で集光させることが理想である。しかし、記録用として光利用効率を上げるために、焦点距離の短いレンズでLD出射光をカップリングすると、やはり上述したようにRim強度が低くなり過ぎる。そこで、Rim強度を上げるための一つの手段としてビーム整形が必要となる。通常のビーム整形は、例えば特開平4-34740号公報に記載されているように、平行光とプリズムの組み合わせにより達成される。

【0007】一方、光源の短波長化とともに、対物レンズの高NA化が進められている。一般に、対物レンズにより光ディスクのディスク面に集光された光スポットのスポット径は光源波長 λ に比例し、対物レンズの開口数（NA）に反比例する。このスポット形状は、光ディスクが傾くことにより発生するコマ収差により劣化し、そのコマ収差は、対物レンズの開口数（NA）の3乗に比例し、光ディスクの基板厚に比例する。したがって、従来メディアであるCDに対して大容量タイプであるDVDの基板厚は、CDの1.2mmに対し0.6mmであり、例えば、DVD用の光ピックアップ装置では基板厚の違いから発生する球面収差の影響でCD系の光ディスクを良好に再生できない。そこで、様々な2基板厚対応技術が提案されている。

【0008】最も簡単な方法としては、前述したようにDVD用とCD用の2つの光ピックアップ装置をドライブに搭載する方法である。このとき、CD用の光ピックアップの光源波長を $\lambda=785\text{nm}$ に設定すればCD-Rの記録再生も可能となる。しかし、小型化、低コスト化を達成することは難しい。また、1つの光ピックアップ装置に2つの光源と2つの対物レンズを搭載する方法も提案されているが、2つの対物レンズと、それらを光記録媒体の種類により切り替えるための特殊なアクチュエータ（例えば、篠田昌久、他、「ツインレンズ方式DVD用光ピックアップ」光技術コンタクト、vol.33, No.11(1995)P.619」に記載の対物レンズアクチュエータ等）が必要となり、低コスト化を達成することは難しい。

【0009】上記基板厚の差により発生する球面収差は、1つの対物レンズでも、基板厚によって対物レンズ入射光の発散傾向を変えてやることによりキャンセルできる。例えば、図7（a）に示すように、平行光に対し基板厚0.6mmの光ディスク（DVD）7で最適化されている対物レンズ（OL）で、基板厚1.2mmの光ディスク（CD）8に集光する場合は、図7（b）に示すように、対物レンズ（OL）に半導体レーザー（LD）からの発散光を入射することにより、回折限界の光スポットを得ることができる。具体的には、例えば、D

VD用の波長： $\lambda_1=650\text{ nm}$ 、基板厚： $t_1=0.6\text{ mm}$ に対して焦点距離： $f=3.3\text{ mm}$ で開口数： $\text{NA}=0.6$ である下記に示す非球面式及び表1の非球面係数で表されるレンズ面形状の対物レンズ（以下、OL1とする）を用いて、CD用の波長： $\lambda_2=785\text{ nm}$ で基板厚： $t_2=1.2\text{ mm}$ に対して開口数： $\text{NA}=0.5$ で集光させるためには、物体距離約65mmの発散光を入射すればよい。このときの光軸（O）上の波面収差は0.02λであり、回折限界の光スポットを得るには充分の波面収差である。

【0010】ここで、DVD系の光ディスク（基板厚： $t_1=0.6\text{ mm}$ ）とCD系の光ディスク（基板厚： $t_2=1.2\text{ mm}$ ）とも、基板の材質の屈折率は、波長： λ

$$Z=(Y^2/R)/[1+\sqrt{1-(1+K)(Y/R)^2}]$$

$$+A_4\cdot Y^4+A_6\cdot Y^6+A_8\cdot Y^8+A_{10}\cdot Y^{10}\cdots \quad (1)$$

なる非球面式で表され、上記（1）式におけるR、K、 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} を下記の表1のように与えて特定される曲線形状をZ軸（光軸）の回りに回転して得られる曲面である。尚、表1において例えば「E-3」は、

$\lambda_1=650\text{ nm}$ に対して $n_{650}=1.580$ 、波長： $\lambda_2=785\text{ nm}$ に対して $n_{785}=1.573$ である。そして、上述の共通に用いられる対物レンズ（OL1）は両面が非球面の単レンズであり、対物レンズの材質の屈折率は、波長： $\lambda_1=650\text{ nm}$ に対して $N_{650}=1.586$ 、波長： $\lambda_2=785\text{ nm}$ に対して $N_{785}=1.582$ である。また対物レンズの光軸（O）上の中心肉厚（面間隔）は1.8mmである。

【0011】対物レンズ（OL1）の非球面は、X、Y、Z座標でZをレンズの光軸（O）方向とし、Y（及びX）を光軸方向（Z方向）に垂直な方向とすると、近軸曲率半径をR、円錐定数をK、高次の係数を A_4 、 A_6 、 A_8 、 $A_{10}\cdots$ として、

「 $\times 10^{-3}$ 」を意味している。

【0012】

【表1】

表1：対物レンズ（OL1）のレンズ面形状

面係数	第1面（光源側の面）	第2面（光ディスク側の面）
R	2.11872	-15.34382
K	-0.518280	14.682633
A_4	0.262089E-3	0.803950E-2
A_6	-0.115589E-3	-0.219719E-2
A_8	-0.228469E-4	0.362251E-3
A_{10}	-0.947513E-5	-0.257317E-4

【0013】ここで、対物レンズがトラッキングにより光ディスクの半径方向（ラジアル方向）にシフトした場合を考える。CD-RではDVDに比べ偏心の規格が緩く、0.4mm程度の軸ずれを考慮する必要がある。図7（b）の発散系の場合、対物レンズ（OL）が光軸（O）から0.4mmずれると、光スポットにおける波面収差が0.06λまで劣化する。これは、回折限界性能の基準であるマレシャル（Marechal）限界（0.07λ）以下であるが、光ピックアップとして光学系を組み付けた場合の公差を考慮すると、マレシャル限界を越えてしまう。設計値では、公差を考慮してできるだけ波面収差を抑える必要がある。また、マレシャル限界程度の波面収差（0.07λ）では、光スポットの光強度分布のピーク値（ピークパワー）が約80%に低下する。つまり、偏心があると、それに追従するために対物レンズが軸ずれ（トラッキング）し、その対物レンズの軸ずれによって波面収差が劣化すると、それに伴い光スポットのピークパワーが変動することになり、CD-R等の記録時に問題となる。さらに、図7（b）のように、対物レンズだけでCD-Rに $\text{NA}=0.5$ で集光した場合の倍率は約0.055倍で、カップリング効率が非常に低く、記録時には莫大な光源パワーを必要とし、現状では現実的ではない。現状の半導体レーザー（LD）の光強度を考えると、CD-Rの記録系では、0.28倍程

度の倍率を必要とする。

【0014】以上のように、DVD系とCD系とで対物レンズを共通化する場合、DVDに対して所望の光学性能を発揮するように設計された対物レンズをCD-R用に用いると、使用波長の違いや基板厚の違いにより、波面収差が劣化してCD-Rに対する情報の記録・再生等を良好に行うことができない。そこでこの問題を解決する方法として、選択された光ディスクに応じて光源側から対物レンズに入射する光束の物体距離を異ならせる方法が提案されている（特開平8-55363号公報）。すなわち、DVDに対して情報の記録等を行うときには、光源側から対物レンズに平行光束を入射させるようにカップリングレンズに対する光源の位置を設定し、CD-Rを選択したときは、光源側から対物レンズに発散性の光束を入射させるようにカップリングレンズに対する光源の位置を設定する。このように、DVD系用とCD系用の2つの波長の異なる光源の光軸方向の位置を変えて、1つのカップリングレンズで異なる2波長の光束をカップリングすることにより、2種類の基板厚及び波長に対応することは可能である。

【0015】しかし、この場合、DVD系用のカップリングレンズは、より小さく安定した光スポットを得るために、高いRim強度（対物レンズに入射する光束の端部強度）が要求され、焦点距離の長いレンズが用いられ

ている。そのため、CD系のカップリング効率を高くすることは不可能であり、記録するためには大きな光源出力が必要となり、現実的ではない。例えば、特開平8-55363号公報記載の光ヘッドのように、2つの光源、1つのカップリングレンズ、1つの対物レンズからなるDVD/CD互換光学系を考える。カップリングレンズはDVD用($\lambda_1=650\text{nm}$)に設計された一般的なレンズとする。前述の非球面式(1)及び表1の非球面係数で表されるレンズ面形状の対物レンズ(OL1)と、DVD用のカップリングレンズ(CL)を組み合わせた場合の光学系倍率と、そのカップリングレンズから対物レンズまでの距離(CL-OL間距離)の関係を図8に示す。図8から明らかなように、光学系倍率が高くなるに従って、カップリングレンズと対物レンズの間隔が狭くなる。カップリングレンズと対物レンズの距離を10mmとしても倍率は0.2倍未満であり、記録するためには不十分であることが判る。また、光軸上の波面収差は0.01 λ と良好であるが、対物レンズが光軸から0.4mmシフトした場合、波面収差は0.06 λ となり、前述した理由により適当ではない。

【0016】そこで、CD系の光ディスクのカップリング効率を高くするために、CD系専用のカップリングレンズを設置することが考えられるが、このとき、単体として最適化された(無収差に近い)カップリングレンズ

を用いると、光スポット性能はDVD系用カップリングレンズを用いたときと同等となり、対物レンズがトラッキングした場合に光スポットが劣化するという同様の問題を生じる。ここで、一例として物体距離65mmの収束光で設計した焦点距離： $f=11\text{mm}$ のカップリングレンズ(以下CL1とする)の面データを下記の表2に示す。これは、前述の対物レンズ(OL1)が基板厚1.2mmのCD系光ディスクに集光する場合のバックフォーカスが約65mmであることから、同等の発散光を発生させるカップリングレンズとして物体距離65mmとした(すなわち、カップリングレンズによりカップリングされた光束の虚光源の、対物レンズに対する物体距離が65mmとなるように設計されている)。尚、このカップリングレンズ(CL1)は、両面とも非球面で、各面の形状を表す非球面式は(1)式と同じであり、(1)式における各面係数 $R, K, A_4, A_6, A_8, A_{10}$ を下記の表2のように与えて特定される曲線形状をZ軸(光軸(O))の回りに回転して得られる曲面である。また、カップリングレンズ(CL1)の中心肉厚は2.0mmであり、材料の屈折率は波長785nmに対し、 $n=1.582$ である。

【0017】

【表2】

表2：カップリングレンズ(CL1)のレンズ面形状

面係数	第1面(光ディスク側の面)	第2面(光源側の面)
R	5.28659	24.9828
K	0	21.536618
A_4	$-0.317154\text{E}-4$	$0.411875\text{E}-3$
A_6	$-0.244439\text{E}-5$	$0.291287\text{E}-4$
A_8	$-0.394763\text{E}-4$	$-0.259571\text{E}-3$
A_{10}	$0.183678\text{E}-4$	$0.171300\text{E}-3$

【0018】このカップリングレンズ(CL1)は単体での性能は非常に良好で、画角1度(入射瞳径2.5mm)に対する波面収差は0.006 λ である。このカップリングレンズ(CL1)を対物レンズ(OL1)と組み合わせると倍率0.28(対物レンズの開口数： $NA=0.5$)の最適なCD-R用光学系を構成すると、図9のようになる。このときも、光軸上の波面収差は0.01 λ であるが、対物レンズが光軸(O)から0.4mmシフトした時の波面収差は0.06 λ となり、対物レンズが光軸からずれたときの波面収差の劣化が大きく、現実を使用するには問題がある。

【0019】本発明は、上記事情に鑑みなされたものであり、発散光学系でも半導体レーザー光源からの出射光の楕円形状のファーフールドパターン(FFP)を円形に近づけるビーム整形効果を持ったカップリングレンズを用い、光源のパワー不足やFFPの非対称性を補正することができる光ピックアップ装置を提供することを目的とする(請求項1, 4)。また、本発明は、上記カップリングレンズを用いて、1つの対物レンズと2つの

光源を用いた、2基板厚対応の光ピックアップ装置を提供することを目的とし(請求項2~8)、特にカップリング効率が高く(請求項7)、対物レンズが軸ずれした場合にも光スポットの劣化が低く抑えられる光学系を備えた光ピックアップ装置を提供することを目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明は、半導体レーザー等からなる光源とカップリングレンズと対物レンズとを有し、光記録媒体(例えば、DVD系やCD系の光ディスク等)に対して情報の記録もしくは再生あるいは消去を行う光ピックアップ装置であり、上記カップリングレンズとして、発散光もしくは収束光に対し、光軸に垂直な面内の直交する2方向の焦点距離が異なるレンズ(ビーム形状変換レンズ等)を用いる構成としたものである。

【0021】請求項2に記載の発明は、基板厚 t_1 の第1の光記録媒体(例えば、DVD系の光ディスク等)と、該第1の光記録媒体とは異なる基板厚 t_2 ($t_1 < t_2$)の第2の光記録媒体(例えば、CD系の光ディス

ク等) に対して、情報の記録もしくは再生あるいは消去を行う光ピックアップ装置であり、基板厚 t_1 の第1の光記録媒体に対して情報の記録もしくは再生あるいは消去を行うための波長 λ_1 の第1の光源(例えば、発光波長 650 nm の半導体レーザー等)と、基板厚 t_2 の第2の光記録媒体に対して情報の記録もしくは再生あるいは消去を行うための波長 λ_2 の第2の光源(例えば、発光波長 785 nm の半導体レーザー等)と、上記第1の光源あるいは第2の光源からの波長 λ_1 あるいは波長 λ_2 の光束を第1の光記録媒体あるいは第2の光記録媒体の記録面に集光する1つの対物レンズとを用い、少なくとも上記第2の光源からの光束をカップリングするカップリングレンズを有しており、上記カップリングレンズとして、発散光もしくは収束光に対し、光軸に垂直な面内の直交する2方向の焦点距離が異なるレンズ(ビーム形状変換レンズ等)を用いる構成としたものである。

【0022】請求項3に記載の発明は、基板厚 t_1 の第1の光記録媒体(例えば、DVD系の光ディスク等)と、該第1の光記録媒体とは異なる基板厚 t_2 ($t_1 < t_2$) の第2の光記録媒体(例えば、CD系の光ディスク等)に対して、情報の記録もしくは再生あるいは消去を行う光ピックアップ装置であり、基板厚 t_1 の第1の光記録媒体に対して情報の記録もしくは再生あるいは消去を行うための波長 λ_1 の第1の光源(例えば、発光波長 650 nm の半導体レーザー等)と、上記第1の光記録媒体からの反射光束を検出する第1の光検出手段と、上記第1の光源から射出する光束の光路と上記第1の光検出手段へ向かう反射光束の光路とを分離する第1の光路分離手段(例えば、第1のホログラム素子等)とを、単一のユニットとして一体化した第1の光源・受光部ユニットと、基板厚 t_2 の第2の光記録媒体に対して情報の記録もしくは再生あるいは消去を行うための波長 λ_2 の第2の光源(例えば、発光波長 785 nm の半導体レーザー等)と、上記第2の光記録媒体からの反射光を受光する第2の光検出手段と、上記第2の光源から射出する光束の光路と上記第2の光検出手段へ向かう反射光束の光路とを分離する第2の光路分離手段(例えば、第2のホログラム素子等)とを、単一のユニットとして一体化した第2の光源・受光部ユニットと、上記第1の光源あるいは第2の光源からの波長 λ_1 あるいは波長 λ_2 の光束を第1の光記録媒体あるいは第2の光記録媒体の記録面に集光する、少なくとも第1の光記録媒体に対して波長 λ_1 においてその光学特性が最適化されている1つの対物レンズと、少なくとも上記第2の光源からの光束をカップリングするカップリングレンズとを有し、上記カップリングレンズとして、発散光もしくは収束光に対し、光軸に垂直な面内の直交する2方向の焦点距離が異なるレンズ(ビーム形状変換レンズ等)を用いる構成としたものである。

【0023】請求項4に記載の発明は、請求項1または

2または3に記載の光ピックアップ装置において、カップリングレンズの両面のレンズ面形状を非球面としたものである。

【0024】請求項5に記載の発明では、請求項2または3または4に記載の光ピックアップ装置において、カップリングレンズの単体としての性能が画角に略比例する波面収差を持つ構成としたものである。

【0025】請求項6に記載の発明は、請求項2～5のいずれかに記載の光ピックアップ装置において、第1の光記録媒体の基板厚を $t_1 = 0.6\text{ (mm)}$ (例えば、DVDやDVD-R、DVD-RW等のDVD系の光ディスク)、第2の光記録媒体の基板厚を $t_2 = 1.2\text{ (mm)}$ (例えば、CDやCD-R、CD-RW等のCD系の光ディスク)としたものである。

【0026】請求項7に記載の発明は、請求項2～6のいずれかに記載の光ピックアップ装置において、基板厚 t_2 の第2の光記録媒体に対する光学系の倍率が0.2以上となるようにしたものである。

【0027】請求項8に記載の発明は、請求項3に記載の光ピックアップ装置において、第1の光路分離手段が、波長 λ_1 の光束の偏光状態を利用して、第1の光源から射出する光束の光路と第1の光検出手段へ向かう反射光束の光路とを分離するもの(例えば、偏光ホログラム等)とし、第2の光路分離手段が、波長 λ_2 の光束の偏光状態を利用して、第2の光源から射出する光束の光路と第2の光検出手段へ向かう反射光束の光路とを分離するもの(例えば、偏光ホログラム等)としたものである。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、本発明の構成、動作及び作用について図面を参照して詳細に説明する。まず、本発明の一実施形態としては、図6に示したような一般的な構成の光ピックアップ装置にも適用し得るものであり、このような光ピックアップ装置において、発散光を対物レンズに入射して光ディスク上に光スポットを形成する場合にも、半導体レーザー光源からの出射光の楕円形状のファーフールドパターン(FFP)を円形に近づけるビーム整形効果を持ったカップリングレンズを用い、光源のパワー不足やFFPの非対称性を補正することができるようにするものである。より具体的には、カップリングレンズとして、発散光もしくは収束光に対し、光軸に垂直な面内の直交する2方向の焦点距離が異なるレンズ(ビーム形状変換レンズ)を用いる構成とし(尚、カップリングレンズの具体的な形状に関しては後述の実施例で説明する)、該ビーム形状変換レンズにより半導体レーザー光源からの出射光の楕円形状のFFPを円形にビーム整形するものであり、これにより発散光を対物レンズに入射して光ディスク上に光スポットを形成する場合にも、波面収差の劣化を抑えて良好な光スポットを形成することが可能となる。

【0029】そして、このようなビーム整形機能を持ったカップリングレンズ（ビーム形状変換レンズ）を用いることにより、1つの対物レンズと2つの異なる波長の半導体レーザー光源を用いた、2基板厚対応の光ピックアップ装置を実現することができる。図1はその一例を示すものであり、同図（a）は第1の光源である波長： $\lambda_1=650\text{ nm}$ の半導体レーザー1からの射出光束をカップリングレンズ3により平行光束としてカップリングし対物レンズ6に入射し、基板厚： $t_1=0.6\text{ mm}$ の光ディスク7（例えば、DVD）の記録面上に光スポットを形成する状態を示し、同図（b）は第2の光源である波長： $\lambda_2=785\text{ nm}$ の半導体レーザー2からの射出光束をカップリングレンズ3により発散光束としてカップリングし対物レンズ6に入射し、基板厚： $t_2=1.2\text{ mm}$ の光ディスク8（例えば、CD-R）の記録面上に光スポットを形成する状態を示している。

【0030】この場合、対物レンズ6には、図1（a）のような平行光に対し基板厚0.6 mmの光ディスク7で最適化されている対物レンズ（例えば、前述した式（1）及び表1に示すレンズ面形状の対物レンズ（OL1））が用いられ、この対物レンズ6で、基板厚1.2 mmの光ディスク8に集光する場合は、図1（b）に示すように、対物レンズ6に対してカップリングレンズ3を介して半導体レーザー2からの発散光を入射することにより光スポットを得ることができる。この際、カップリングレンズが前述の表2に示したレンズ面形状の単体として最適化された（無収差に近い）レンズの場合には、既に課題のところで述べたように、対物レンズ6に0.4 mm程度の軸ずれが生じた場合に、光スポットにおける波面収差が約0.06 λ まで劣化するという問題が生じる。

【0031】しかしながら、本発明では、カップリングレンズ3として、発散光に対し、光軸Oに垂直な面内の直交する2方向（X、Y、Z座標で光軸をZ軸とした場合、Z軸に垂直で互いに直交するX、Y方向）の焦点距離が異なるビーム形状変換レンズを用いる構成としているので、カップリングレンズ3により半導体レーザー2からの出射光の楕円形状のファースフィールドパターン（FFP）を円形にビーム整形して対物レンズ6に入射することができ、これにより発散光を対物レンズ6に入射して光ディスク8上に光スポットを形成する場合にも、波面収差の劣化を抑えて良好な光スポットを形成することができる。したがって、本発明に係るカップリングレンズ3を搭載することにより、2つの波長の異なる光源と1つの対物レンズを用い、該2つの光源を切り替えて使用することにより、2基板厚対応の光ピックアップ装置を実現することができる。

【0032】また、本発明に係るカップリングレンズは、両面のレンズ面形状を非球面とすることにより、単体レンズとしてより良好に球面収差が補正できる。ま

た、非球面形状とすることにより、X方向とY方向の焦点距離の差が大きなレンズを設計することができ、FFPをより大きく変換することが可能となる（尚、本発明に係るカップリングレンズの具体例については後述の実施例で説明する）。

【0033】次に、本発明の別の実施形態を図2～5を参照して説明する。図2は本発明に係る2基板厚対応の光ピックアップ装置の概略構成図である。図2において、符号7は基板厚 t_1 の光記録媒体であり、例えば、基板厚： $t_1=0.6\text{ mm}$ のDVD系（DVD、DVD-R、DVD-RW等）の光ディスクであり、符号8は基板厚 t_2 （ $t_1 < t_2$ ）の光記録媒体であり、例えば、基板厚： $t_2=1.2\text{ mm}$ のCD系の光ディスク（CD、CD-R、CD-RW等）である。また、符号11は第1の光源である発光波長： $\lambda_1=650\text{ nm}$ の半導体レーザーチップ、12は第2の光源である発光波長： $\lambda_2=785\text{ nm}$ の半導体レーザーチップである。さらに符号21は第1の光路分離手段、22は第2の光路分離手段、91は第1の光検出器、92は第2の光検出器、31は第1の光源用のカップリングレンズ、32は第2の光源用のカップリングレンズを示している。さらにまた、符号4は第1の光源11からの光束の光路と第2の光源からの光束の光路を合流するビームスプリッタ（BS）、5は偏向プリズム、6は対物レンズを示している。

【0034】上記第1、第2の光路分離手段21、22としては、通常のホログラム素子や、あるいは偏光性ホログラム（偏光性回折格子）等が用いられるが、ここでは偏光性ホログラムを用いた場合で説明する。図3は、光路分離手段の一例を説明図的に示しており、この光路分離手段は、偏光性ホログラム211と $1/4$ 波長板（以下、 $\lambda/4$ 板）212とで構成されている。偏光性ホログラム（偏光性回折格子）211は、格子構造によるホログラムを有し、ホログラム（回折）作用が、格子と平行な偏光成分にのみ作用し、格子と直交する偏光成分の光は透過させるような光学素子であり、例えば、文献”小野雄三「偏光性ホログラム光学素子」Optics Express 1991年3月pp. 86～90”に示されるような、材料に LiNbO_3 を用いた偏光性ホログラムでも、文献”前田英男、他「光磁気ヘッド用高密度デュアルグレーティング」光学 第20巻第8号（1991年8月）”に示されるような、狭ビッチ（波長 λ の $1/2$ 程度）、深溝の回折格子でもよい。また、最近では複屈折性を有する薄膜を用いた偏光性ホログラムも開発されている。この偏光性ホログラム211を用いる場合は、偏光性ホログラム211から光ディスクに至る光路中に $\lambda/4$ 板が必要となるが、特に、第1の半導体レーザー11と第2の半導体レーザー12の波長が異なる場合は、2つの波長に対して $\lambda/4$ 板となるように設計したものをを用いることがよい。また、 $\lambda/4$ 板は、水晶な

どの複屈折材料によるものでも、蒸着膜で構成したものでも良い。尚、図3の例は、偏光性ホログラム211に $\lambda/4$ 板212を一体的に構成した例を示している。

【0035】図2において、光記録媒体として基板厚： $t_1=0.6$ mmのDVD系の光ディスク7がセットされているときは、第1の光源である発光波長： $\lambda_1=650$ nmの半導体レーザー11が用いられる。第1の光路分離手段21の偏光性ホログラム211は、第1の半導体レーザー11からのレーザ光束を、そのまま透過させるようにホログラムの格子方向を定められている。偏光性ホログラム211を透過した光束は、 $\lambda/4$ 板212により円偏光となり、第1の半導体レーザー用のカップリングレンズ31により、以下の光路上にある光学系にカップリングされる。この実施の形態において、カップリングレンズ31のカップリング作用はコリメート作用であり、半導体レーザー側からの光束を略平行光束とする。カップリングされた光束はビームスプリッタ4を透過し、偏向プリズム5により光路を偏向させて対物レンズ6に入射し、対物レンズ6の作用により光ディスク7に向かって集光され、厚み： 0.6 mmの基板を透過して記録面上に光スポットとして集光する。記録面による反射光束は、往路と同じ光路を逆方向にたどり、対物レンズ6、偏向プリズム5を介してビームスプリッタ4を透過すると、カップリングレンズ31を透過して集束光束となる。この集束光束は、第1の光路分離手段21の $\lambda/4$ 板212を透過して、往路とは偏光面が90度異なる直線偏光となり、偏光性ホログラム211のホログラム作用（回折作用）を受ける。

【0036】偏光性ホログラム211には、図4に示すように3種のホログラムA、B、Cが形成されており、これらホログラムA、B、Cに入射した光ディスクからの反射光束が、それぞれ異なる方向へ偏向され、往路の光束光路と光路分離される。第1の光検出器91には、図5に示すように、受光領域E、F、G、Hが形成されている。偏光性ホログラム212のホログラムAに入射した反射光束部分は、偏向されて受光領域E、Fの境界部分に集光し、ホログラムAとホログラムB、Cとの境界部をナイフエッジとする、ナイフエッジ法によるフォーカス誤差信号（受光領域E、Fの出力： e 、 f の差： $e-f$ ）を発生させる。ホログラムB、Cに入射した反射光束部分は、それぞれ受光領域G、Hに集光し、これらの出力： g 、 h の差： $g-h$ は、プッシュプル法によるトラック誤差信号となる。また、記録面に記録された情報を再生する再生信号としては、例えば、信号： $e+f+g+h$ あるいはその一部を用いることができる。

【0037】図2において、光ディスク7に代えて、光記録媒体として基板厚： $t_2=1.2$ mmのCD系の光ディスク8がセットされるときは、第2の光源である発光波長： $\lambda_2=785$ nmの半導体レーザー12が用いられる。第2の光路分離手段22も、上に説明した第1

の偏光性ホログラム21と同様の構成であり、偏光性ホログラムと $\lambda/4$ 板で形成され、偏光性ホログラムは第2の半導体レーザー12からのレーザ光束を、そのまま透過させるようにホログラムの格子方向を定められている。この偏光性ホログラムを透過した光束は $\lambda/4$ 板により円偏光となり、第2の半導体レーザー用のカップリングレンズ32により、半導体レーザー12からの光束の発散性を弱められて、所望の発散性を持った光束となり、ビームスプリッタ4により反射され、偏向プリズム5を介して対物レンズ6に入射し、光ディスク8に向かって集光され、厚み： 1.2 mmの基板を透過して記録面上に光スポットとして集光する。記録面による反射光束は、往路と同じ光路を逆方向にたどり、対物レンズ6、偏向プリズム5を介してビームスプリッタ4に戻り、ビームスプリッタ4により反射され、カップリングレンズ32を透過して集束光束となる。この集束光束は、第2の光路分離手段22の $\lambda/4$ 板を透過して、往路とは偏光面が90度異なる直線偏光となり、偏光性ホログラムのホログラム作用（回折作用）を受ける。第2の光路分離手段の偏光性ホログラムも、前記偏光性ホログラム211と同様の構成（図4）となっており、第1の光検出器91と同様の構成（図5）の第2の光検出器92の出力により、フォーカス誤差信号およびトラック誤差信号、あるいはこれら誤差信号と共に再生信号が得られる。

【0038】尚、ビームスプリッタ4は、分離膜として通常の半透鏡を用いたものでもよいが、半透鏡によるビームスプリッタであると、半導体レーザー11、12からの光束の1/2しか書込み等に使用できず、戻り光束の強度は、発光強度の1/4に落ちてしまい光の利用効率が低い。この問題を解消するには、ビームスプリッタ4として、第1の半導体レーザー11からの光束を実質的に100%透過させ、第2の半導体レーザー12からの光束を実質的に100%反射させるものを用いれば良い。第1の半導体レーザー11からの光束と、第2の半導体レーザー12からの光束とは、互いに波長が異なるので、このことを利用できる。即ち、ビームスプリッタ4として、波長650nmの光を100%透過させ、波長785nmの光を100%反射させるような光学特性をもったダイクロイックフィルタ膜等を、分離膜として有するものを用いれば良い。このようにすれば、ビームスプリッタ4の使用に起因する光損失を実質的になくすることができる。尚、ビームスプリッタ4は、波長により分離する方式の他に、偏光により分離する方式のもの（偏光ビームスプリッタ等）でもよい。

【0039】対物レンズ6は、通常、第1の半導体レーザー11からの光束に適合して最適化されているが、基板厚が1.2mmの光ディスク8に対しても、ある条件のもとで球面収差が補正されるように設計することもできる。また、第1の半導体レーザー11用のカップリン

グレンズ 3 1 は、対物レンズ 6 と共働して基板厚が 0.6 mm の光ディスク 7 の記録面上に良好な光スポットを形成するように設計されている。一方、第 2 の半導体レーザー 1 2 用のカップリングレンズ 3 2 は、該カップリングレンズ 3 2 からの発散光が、光ディスク 7、8 の基板厚差による球面収差を補正し、対物レンズ 6 の軸ずれに対しても波面劣化が抑制されるように設計されている。より具体的には、カップリングレンズ 3 2 として、発散光に対し、光軸に垂直な面内の直交する 2 方向の焦点距離が異なるレンズ（ビーム形状変換レンズ）を用いる構成とし（尚、カップリングレンズの具体的な形状に関しては後述の実施例で説明する）、該ビーム形状変換レンズにより第 2 の半導体レーザー 1 2 からの出射光の楕円形状の FFP を円形にビーム整形するものであり、これにより発散光を対物レンズ 6 に入射して光ディスク 8 上に光スポットを形成する場合にも、波面収差の劣化を抑えて良好な光スポットを形成することが可能となる。さらに、カップリングレンズ 3 2 は、単体での性能として、画角に略比例する波面収差を持つように設計される。

【0040】図 2 に示す構成の光ピックアップ装置では、光路分離手段に偏光性ホログラムと $\lambda/4$ 板の組合せを用いており、半導体レーザーからの光束と、光ディスクからの反射光束の分離を極めて高効率で行うことができる。しかし、半導体レーザーからの光束と反射光束との光路分離は、通常のホログラムを用いて行うこともできる。例えば、第 1、第 2 の光路分離手段 2 1、2 2 として、図 4 に示す如きホログラムを、偏光性でない通常のホログラムとして形成されたものを用いても良い。このようにすると、半導体レーザーからの光束のうち、ホログラム作用の影響を受けずにホログラムを透過する 0 次光が光ディスクに照射され、戻り光束のうち、ホログラムでホログラム作用（回折作用）により偏向された光束が第 1、第 2 の光検出器に受光される。このようにすると、上に説明した偏光性ホログラムを用いる光路分離の場合に比して、光の利用効率は若干悪くなるが、実用上十分な信号検出が可能であり、光路分離手段に $\lambda/4$ 板が不要となるので、その分だけ光ピックアップのコストを低減できる。

【0041】尚、上記第 1 及び第 2 の光路分離手段 2 1、2 2 と、第 1 及び第 2 の光検出器 9 1、9 2 とは、信号検出手段を構成する。また、CD-R 用の第 2 のカップリングレンズ 3 2 と対物レンズ 6 とによる光学系の倍率は、0.2 以上に設定される。

【0042】即ち、図 2 に即して説明した光ピックアップ装置は、基板厚 t_1 （=0.6 mm）の光ディスク 7 と、基板厚 t_2 （=1.2 mm）の光ディスク 8 の双方に対して、情報の記録もしくは再生あるいは消去を行い得る光ピックアップ装置であって、光ディスク 7 用に用いられる、発光波長 λ_1 （=650 nm）の第 1 の半導

体レーザー 1 1 と、光ディスク 8 用に用いられる、発光波長 λ_2 （=785 nm）の第 2 の半導体レーザー 1 2 と、セットされた光ディスクに応じた半導体レーザーからの光束を上記光ディスクに集光照射する、各光束に共通の対物レンズ 6 と、第 1 及び第 2 の半導体レーザー 1 1、1 2 からの各光束の光路を対物レンズ 6 に向けて合流させるビームスプリッタ 4 と、セットされた光ディスクからの反射光束により制御用信号または制御用信号と情報信号を検出する信号検出手段 2 1、9 1、2 2、9 2 とを有し、対物レンズ 6 は、基板厚 t_1 （=0.6 mm）の光ディスク 7 に対する情報の記録もしくは再生あるいは消去に適合するように設計され、第 2 の半導体レーザー 1 2 からの光束をカップリングする第 2 の半導体レーザー用のカップリングレンズ 3 2 を有し、第 2 の半導体レーザー用のカップリングレンズ 3 2 として、発散光に対し、光軸に垂直な面内の直交する 2 方向の焦点距離が異なるレンズ（ビーム形状変換レンズ）を用い、そのカップリングレンズ 3 2 は、単体での性能として、画角に略比例する波面収差を持つ構成となっている。

【0043】また上記の実施の形態では、第 1 の半導体レーザー 1 1 と、基板厚 t_1 の光ディスク 7 からの反射光束を受光する第 1 の光検出器 9 1 と、波長： λ_1 （=650 nm）の光束の偏光状態を利用して、第 1 の半導体レーザー 1 1 から射出する光束の光路と第 1 の光検出器 9 1 へ向かう反射光束の光路とを分離する第 1 の光路分離手段 2 1 とが、第 1 の光源・受光部一体ユニットとしてユニット化され、第 2 の半導体レーザー 1 2 と、基板厚 t_2 の光ディスク 8 からの反射光束を受光する第 2 の光検出器 9 2 と、波長： λ_2 （=785 nm）の光束の偏光状態を利用して、第 2 の半導体レーザー 1 2 から射出する光束の光路と第 2 の光検出器 9 2 へ向かう反射光束の光路とを分離する第 2 の光路分離手段 2 2 とが、第 2 の光源・受光部一体ユニットとしてユニット化されている。

【0044】尚、図 2 の実施の形態においては、第 1 および第 2 の光路分離手段 2 1、2 2 内にそれぞれ $\lambda/4$ 板を設けたが、 $\lambda/4$ 板は偏光性ホログラムと光ディスクの間の光路上の別の位置にあってもよく、特に、ビームスプリッタ 4 から対物レンズ 6 に至る光路上に、第 1、第 2 の半導体レーザー 1 1、1 2 からの光束に共通した $\lambda/4$ 板を配備してもよい。各半導体レーザー 1 1、1 2 からの光束は波長が異なるが、上記波長： λ_1 、 λ_2 に対して屈折率の異なる複屈折性材料で薄膜を形成し、薄膜の厚さを適当に調整することにより、波長： λ_1 、 λ_2 の光束に対して共通した $\lambda/4$ 板を構成することができる。

【0045】図 2 に示す実施形態の光ピックアップ装置における光スポット形成状態を平面に展開して示した場合、図 1 と同様の状態となる。すなわち、光源、カップリングレンズ、対物レンズのみで集光状態を示した場

合、第1の半導体レーザー11からの光束を基板厚 t_1 の光ディスク7に集光して光スポットを形成する場合には、図1(a)と同様に、第1の半導体レーザー11からの光束はカップリングレンズ31により平行光束としてカップリングされて対物レンズ6に入射し、光ディスク7の記録面上に光スポットを形成する。そしてこのとき形成される光スポットが適正なものとなるように、対物レンズ6及びカップリングレンズ31が設計されることは前述した通りである。また、第2の半導体レーザー12からの光束を基板厚 t_2 ($t_1 < t_2$)の光ディスク8に集光して光スポットを形成する場合には、図1

(b)と同様に、第2の半導体レーザー12からの光束が、第2の半導体レーザー用のカップリングレンズ32により所定のビーム形状の発散光束となるようにカップリングされて対物レンズ6に入射し、光ディスク8の記録面に光スポットを形成する。このとき形成される光スポットは、カップリングレンズ32のビーム形状変換機能により、ファーフィールドパターン(FFP)の非対称性や半導体レーザーのパワー不足が補正されるので、対物レンズが軸ずれした場合にも光スポットの劣化が低

$$Z = (X^2/R_x + Y^2/R_y) / [1 + \sqrt{\{1 - (1 + K_x)(X/R_x)^2 - (1 + K_y)(Y/R_y)^2\}}] \\ + AR[(1 - AP)X^2 + (1 + AP)Y^2]^2 \\ + BR[(1 - BP)X^2 + (1 + BP)Y^2]^3 \\ + CR[(1 - CP)X^2 + (1 + CP)Y^2]^4 \\ + DR[(1 - DP)X^2 + (1 + DP)Y^2]^5 \quad \dots (2)$$

とし、

Z: Z軸に平行な面のサグ、

R_x, R_y : X方向とY方向の曲率半径、

K_x, K_y : X方向とY方向の円錐係数、

AR, BR, CR, DR: 円錐からの4次、6次、8次、10次の変形係数の回転対称成分、

AP, BP, CP, DP: 円錐からの4次、6次、8次、10次の変形係数の非回転対称成分、

として、上記(2)式における係数 $R_x, R_y, K_x,$

く抑えられる。したがって、図2に示す実施形態により、2基板厚・2波長対応の光ピックアップ装置が実現される。

【0046】

【実施例】次に、本発明の光ピックアップ装置に用いられるカップリングレンズの具体的な実施例を説明する。各実施例は、図1の実施形態におけるカップリングレンズ3や、図2の実施形態における第2の光源用のカップリングレンズ32の具体例である。

【0047】(実施例1)第1の実施例として、図1

(b)に示すように、光軸方向をZ方向、光軸に直交する方向をX, Y方向とした場合に、カップリングレンズの光軸に直交する面内のX方向の焦点距離を $f_x = 15.75 \text{ mm}$ 、それに直交するY方向の焦点距離を $f_y = 16.00 \text{ mm}$ 、物体距離を 6.5 mm として、第1面(光ディスク側の面)が非球面、第2面(光源側の面)が球面という条件で最適設計したレンズ(以下、CL2とする)の面形状は、第1面の非球面を表す非球面式を、

$K_y, AR, BR, CR, DR, AP, BP, CP, DP$ を、下記の表3のように与えて特定される曲面である。また、カップリングレンズ(CL2)の中心肉厚は 3.0 mm であり、材料の屈折率は波長: $\lambda_2 = 785 \text{ nm}$ に対し、 $n = 1.582$ である。また、下記の表4にカップリングレンズ(CL2)の画角(入射瞳径 2.0 mm)に対する波面収差を示す。

【0048】

【表3】

表3: カップリングレンズ(CL2)のレンズ面形状

面係数	第1面(光ディスク側の面)	第2面(光源側の面)
R_x	7.17335	27.84533
R_y	7.25866	27.84533
K_x	-4.690912	
K_y	8.766645	
AR	-0.804117E-3	
BR	-0.426340E-3	
CR	0.846433E-3	
DR	-0.439150E-3	
AP	0.465035	
BP	0.440182	
CP	-0.528813	
DP	-0.507486	

【0049】

【表4】

表4：CL2の画角に対する波面収差

画角 (deg)	波面収差 (λ)	
	X方向	Y方向
0.00	0.011	0.011
0.33	0.011	0.011
0.67	0.011	0.012
1.00	0.012	0.012

【0050】上記のカップリングレンズ (CL2) と前述の (1) 式及び表1に示されるレンズ面形状のDVD用の対物レンズ (OL1) を組み合わせ、基板厚： $t_2 = 1.2\text{mm}$ のCD系の光ディスクに集光させたときの波面収差は光軸上で0.02 λ であり、回折限界の光スポットを得るには十分な波面収差である。このとき、X方向の倍率は0.180であり、Y方向の倍率は0.177である。つまり、発散光に対しビーム整形が成されているので、前述した2基板厚対応の光学系を構成することができる。

【0051】(実施例2) 次に第2の実施例として、第1面、第2面の両面が非球面で、そのレンズ面形状が上記 (2) 式及び下記の表5の非球面係数で表されるカップリングレンズ (以下、CL3とする) を形成した。このカップリングレンズ (CL3) は、光軸 (Z方向) に直交する面内のX方向の焦点距離が $f_x = 10.00\text{mm}$ 、それに直交するY方向の焦点距離が $f_y = 16.00\text{mm}$ 、物体距離が65mm、という3つの条件のもとで設計したレンズである。また、カップリングレンズ (CL3) の中心肉厚は4.0mmであり、材料の屈折率は波長： $\lambda_2 = 785\text{nm}$ に対し、 $n = 1.582$ である。また、下記の表6にCL3の画角 (入射瞳径3.0mm) に対する波面収差を示す。

【0052】

【表5】

表5：カップリングレンズ (CL3) のレンズ面形状

面係数	第1面 (光ディスク側の面)	第2面 (光源側の面)
R_s	6.037330	-124.564190
R_y	3.420200	3.077670
K_s	0.401414	100.000000
K_y	-0.029733	1.018174
AR	-0.190041E-3	0.269779E-2
BR	-0.732519E-5	-0.236192E-5
CR	-0.985449E-6	-0.231896E-4
DR	0.470535E-7	0.156467E-3
AP	-0.506305	0.551269
BP	0.458993	-0.490446
CP	-1.606290	0.962925
DP	-1.774190	0.520591

【0053】

【表6】

表6：CL3の画角に対する波面収差

画角 (deg)	波面収差 (λ)	
	X方向	Y方向
0.00	0.004	0.003
0.33	0.009	0.006
0.67	0.017	0.011
1.00	0.026	0.017

【0054】上記のカップリングレンズ (CL3) のように両面を非球面とすることにより、実施例1で示した片面球面のカップリングレンズ (CL2) よりも良好に波面収差が補正されている。また、ビーム整形機能 (X方向の焦点距離 f_x とY方向の焦点距離 f_y の差) も増大させることができる。上記のカップリングレンズ (CL3) と前述のDVD用の対物レンズ (OL1) を組み合わせ、基板厚： $t_2 = 1.2\text{mm}$ のCD系の光ディスクに集光させたときの波面収差は光軸上で0.03 λ であり、回折限界の光スポットを得るには十分な波面収差である。このとき、X方向の倍率は0.38であり、Y方

向の倍率は0.28である。つまり、発散光に対しビーム整形が成されているので、前述した2基板厚対応の光学系を構成することができる。

【0055】(実施例3) 次に第3の実施例として、第1面、第2面の両面が非球面で、そのレンズ面形状が上記 (2) 式及び下記の表7の非球面係数で表されるカップリングレンズ (以下、CL4とする) を形成した。このカップリングレンズ (CL4) は、光軸 (Z方向) に直交する面内のX方向の焦点距離が $f_x = 10.00\text{mm}$ 、それに直交するY方向の焦点距離が $f_y = 14.00\text{mm}$ 、物体距離が-30mm、という3つの条件のもとで設計したレンズである。また、カップリングレンズ (CL4) の中心肉厚は3.175mmであり、材料の屈折率は波長： $\lambda_2 = 785\text{nm}$ に対し、 $n = 1.582$ である。また、下記の表8にCL4の画角 (入射瞳径3.0mm) に対する波面収差を示す。

【0056】

【表7】

表7：カップリングレンズ（CL4）のレンズ面形状

面係数	第1面（光ディスク側の面）	第2面（光源側の面）
R_x	4.6558	17.3860
R_y	3.3235	3.6374
K_x	0.1405	100.0000
K_y	-0.0367	1.9197
AR	0.2091318E-3	0.7587680E-4
BR	-0.1376101E-5	-0.1818964E-2
CR	-0.5546373E-7	0.5141577E-3
DR	0.1053019E-18	-0.5598612E-4
AP	0.1915981	5.0833793
BP	2.2966578	-0.1750090
CP	-3.7095260	-0.3702244
DP	0.4783531E+3	-0.7386655

【0057】

【表8】

表8：CL4の画角に対する波面収差

画角 (deg)	波面収差 (λ)	
	X方向	Y方向
0.00	0.005	0.005
0.33	0.009	0.012
0.67	0.017	0.024
1.00	0.024	0.035

【0058】上記のカップリングレンズ（CL4）と、前述の（1）式及び下記の表9に示される非球面係数を持つレンズ面形状のDVD用の対物レンズ（以下、OL

2とする）（波長：635nmのときの屈折率： $N_{635}=1.7269$ 、中心肉厚：1.5mm）を組み合わせ、基板厚： $t_2=1.2$ mmのCD系の光ディスクに集光させたときの波面収差は光軸上で0.02 λ であり、回折限界の光スポットを得るには十分の波面収差である。このとき、X方向の倍率は0.28であり、Y方向の倍率は0.24である。つまり、発散光に対しビーム整形が成されているので、前述した2基板厚対応の光学系を構成することができる。

【0059】

【表9】

表9：対物レンズ（OL2）のレンズ面形状

面係数	第1面（光源側の面）	第2面（光ディスク側の面）
R	2.053243	160.405230
K	-1.037458	-13962.946
A_4	0.7976399E-2	0.27925309E-2
A_6	0.33803459E-4	-0.17206880E-2
A_8	0.30324637E-3	0.68031910E-3
A_{10}	-0.24483025E-3	-0.14696463E-3
A_{12}	0.86833004E-4	
A_{14}	-0.12160300E-4	

【0060】尚、以上の実施例1～3に示したカップリングレンズ（CL2～CL4）は、カップリングレンズ単体として画角に略比例する波面収差（コマ収差）が残存するように設計されているので、対物レンズが軸ずれしたときの波面劣化を補正することができる。

【0061】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1に記載の発明によれば、カップリングレンズとして、発散光もしくは収束光に対し、光軸に垂直な面内の直交する2方向の焦点距離が異なるレンズ（ビーム形状変換レンズ等）を用いる構成としたので、発散光束または収束光束に対しファークフィールドパターン（FFP）の変形を行うことができ、従来不可能であった、発散系に対するビーム整形機能を搭載した光ピックアップ装置が可能になり、半導体レーザー光源のパワー不足やFFPの非対称性を補正することができる。

【0062】請求項2に記載の発明によれば、1つの対物レンズと2つの異なる波長の光源を用いて2種類の基

板厚の光記録媒体に対応する光ピックアップ装置において、第2の光源からの光束をカップリングするカップリングレンズとして、発散光もしくは収束光に対し、光軸に垂直な面内の直交する2方向の焦点距離が異なるレンズ（ビーム形状変換レンズ等）を用いる構成としたので、発散光束または収束光束に対しファークフィールドパターン（FFP）の変形を行うことができ、基板厚の影響を補正するために発散系となる光学系において、半導体レーザー光源のパワー不足やFFPの非対称性を補正することができる。

【0063】請求項3に記載の発明によれば、1つの対物レンズと2つの異なる波長の光源を用いて2種類の基板厚の光記録媒体に対応する光ピックアップ装置において、第2の光源からの光束をカップリングするカップリングレンズとして、発散光もしくは収束光に対し、光軸に垂直な面内の直交する2方向の焦点距離が異なるレンズ（ビーム形状変換レンズ等）を用いる構成としたので、発散光束または収束光束に対しファークフィールドパタ

ーン（FFP）の変形を行うことができ、基板厚の影響を補正するために発散系となる光学系において、半導体レーザー光源のパワー不足やFFPの非対称性を補正することができる。また、部品の集積化（ユニット化）により、小型化、低コスト化が図れる。

【0064】請求項4に記載の発明によれば、請求項1または2または3に記載の光ピックアップ装置において、カップリングレンズの両面のレンズ面形状を非球面としたことにより、単体レンズとしてより良好に球面収差を補正できるカップリングレンズを備えた光ピックアップ装置を提供することができる。

【0065】請求項5に記載の発明によれば、請求項2または3または4に記載の光ピックアップ装置において、カップリングレンズの単体としての性能が画角に略比例する波面収差を持つ構成としたので、光源のカップリング効率が高く、対物レンズが軸ずれした場合の光スポットの劣化が低く抑えられる光学系を備えた光ピックアップ装置を提供することができる。

【0066】請求項6に記載の発明によれば、請求項2～5のいずれかに記載の光ピックアップ装置において、第1の光記録媒体の基板厚を $t_1 = 0.6$ （mm）（例えば、DVDやDVD-R、DVD-RW等のDVD系の光ディスク）、第2の光記録媒体の基板厚を $t_2 = 1.2$ （mm）（例えば、CDやCD-R、CD-RW等のCD系の光ディスク）としたので、DVD系の光ディスクとCD系の光ディスクの互換が可能となり、いずれの光ディスクに対しても、情報の記録もしくは再生あるいは消去を極めて良好に行うことが可能となる。

【0067】請求項7に記載の発明によれば、請求項2～6のいずれかに記載の光ピックアップ装置において、基板厚 t_2 の第2の光記録媒体に対する光学系の倍率が0.2以上となるようにしたので、例えば基板厚： $t_2 = 1.2$ （mm）の第2の光記録媒体（例えば、CDやCD-R、CD-RW等のCD系の光ディスク）に対し、莫大な光源パワーを必要とせず、従来の記録用ドライブ程度の光源（半導体レーザー等）の出射パワーで記録可能になる。

【0068】請求項8に記載の発明によれば、請求項3に記載の光ピックアップ装置において、第1の光路分離手段が、波長 λ_1 の光束の偏光状態を利用して、第1の光源から射出する光束の光路と第1の光検出手段へ向かう反射光束の光路とを分離するもの（例えば、偏光性ホログラム等）とし、第2の光路分離手段が、波長 λ_2 の光束の偏光状態を利用して、第2の光源から射出する光束の光路と第2の光検出手段へ向かう反射光束の光路とを分離するもの（例えば、偏光性ホログラム等）としたので、特に、高効率の偏光性ホログラムを用いることにより、光ピックアップの往路、復路とも光利用効率を向上させることができ、これにより、光源（半導体レーザ

一等）の出射パワーを下げるができる。また、光検出器の受光量が増加し、信頼性の高い信号が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態を示す光ピックアップ装置の構成説明図であって、（a）は第1の光源からの光束をカップリングレンズにより略平行光束として対物レンズに入射し、基板厚 t_1 の第1の光記録媒体の記録面に集光させた状態を示す図、（b）は第2の光源からの光束をカップリングレンズによりビーム整形した発散光束として対物レンズに入射し、基板厚 t_2 （ $t_1 < t_2$ ）の第2の光記録媒体の記録面に集光させた状態を示す図である。

【図2】本発明の別の実施形態を示す光ピックアップ装置の概略構成図である。

【図3】図2に示す光ピックアップ装置の光路分離手段の一例を示す概略要部断面図である。

【図4】図2に示す光ピックアップ装置の光路分離手段として用いられるホログラム素子の面形状の一例を示す概略平面図である。

【図5】図2に示す光ピックアップ装置の光検出器の受光部の一例を示す概略平面図である。

【図6】一般的な光ピックアップ装置の一例を示す概略構成図である。

【図7】共通の対物レンズを用いて基板厚の薄い光記録媒体と基板厚の厚い光記録媒体に光スポットを形成する場合の説明図である。

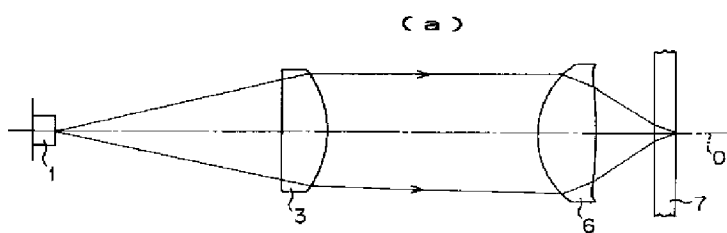
【図8】DVD用のカップリングレンズと対物レンズを組み合わせた場合の光学系倍率と、カップリングレンズから対物レンズまでの距離（CL-OL距離）の関係を示す図である。

【図9】光源からの光束をカップリングレンズにより弱い発散光束として対物レンズに入射し、基板厚が厚い光記録媒体の記録面に集光させた状態を示す図である。

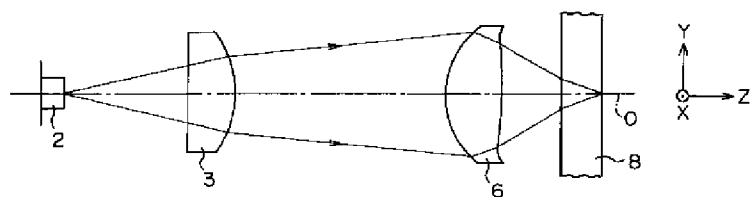
【符号の説明】

- 1, 11：第1の光源（半導体レーザー）
- 2, 12：第2の光源（半導体レーザー）
- 3：カップリングレンズ（ビーム形状変換レンズ）
- 6：対物レンズ
- 7：基板厚 t_1 の光記録媒体（光ディスク）
- 8：基板厚 t_2 の光記録媒体（光ディスク）
- 21：第1の光路分離手段
- 22：第2の光路分離手段
- 31：第1の光源用のカップリングレンズ
- 32：第2の光源用のカップリングレンズ（ビーム形状変換レンズ）
- 91：第1の光検出器
- 92：第2の光検出器
- 211：偏光性ホログラム
- 212：1/4波長板

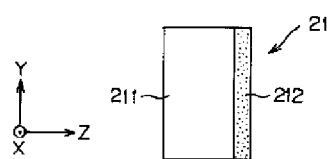
【図1】



(b)



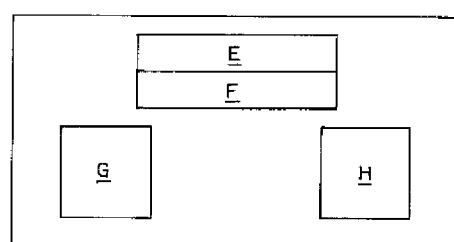
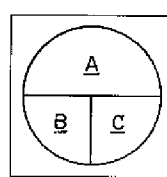
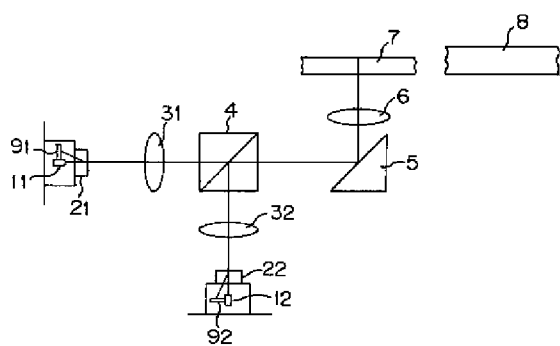
【図3】



【図2】

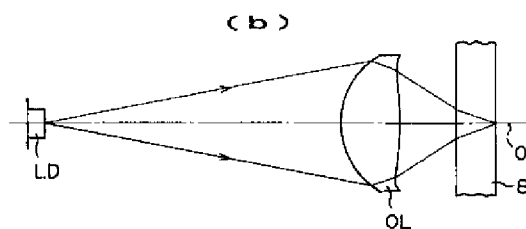
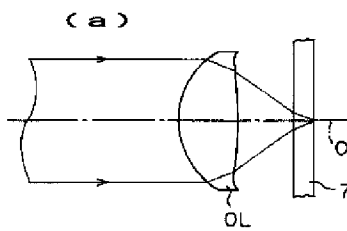
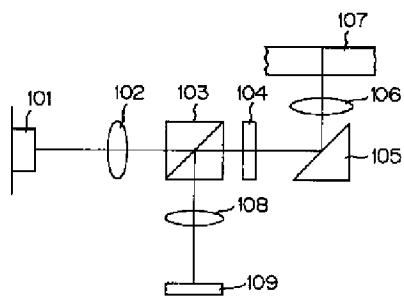
【図4】

【図5】

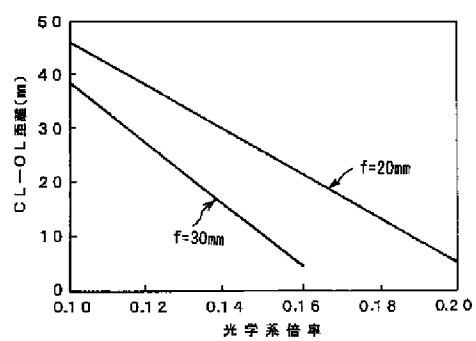


【図6】

【図7】



【图 8】



【图 9】

